

## 明 細 書

### リチウムイオン二次電池およびその製造方法

#### 技術分野

- [0001] 本発明は、リチウムイオン二次電池およびその製造方法に関し、特に多孔膜が形成された電極を用いる捲回型電極群を備える電池とその製造方法に関する。

#### 背景技術

- [0002] リチウムイオン二次電池などの電気化学電池では、正極と負極との間にセパレータが配置されている。このセパレータは、正極と負極とを電氣的に絶縁し、さらに電解液を保持する役目を有している。現在、リチウムイオン二次電池において、主にポリエチレンからなる微多孔性薄膜シートがセパレータとして用いられている。
- [0003] さらに、リチウムイオン二次電池には、例えば、正極、負極およびセパレータを積層し、捲回することによって作製された捲回型電極群が用いられている。このような電極群は、その断面が長円形となるように捲回されることにより、角型電池においても用いられている。
- [0004] この捲回方法については、従来から様々な提案がなされている。例えば、電極が厚い場合に、その電極の巻始め側の先端部により生じる段差の影響を解消するのに好適な巻芯を用いることが提案されている(例えば、特許文献1参照)。
- [0005] また、ハイレート特性や寿命特性を向上させるために、正極と負極との間にセパレータを設置する従来の構成に代わり、正極および負極の少なくとも一方の電極の表面にフィラーと結着剤からなる多孔膜を形成することが提案されている(例えば、特許文献2参照)。
- [0006] このような電極群を、図5を参照しながら説明する。

図5の電極群50は、巻芯1、負極2、正極3、および多孔膜4からなる。巻芯1は、巻芯上型1aと巻芯下型1bとからなる。負極2は、負極芯材2aと負極芯材2aの両面に形成された負極活物質層2bからなる。正極3も、同様に、正極芯材3aと正極芯材3aの両面に形成された正極活物質層3bからなる。多孔膜4は、負極活物質層2bの表面上に形成されている。

[0007] 上記電極群は、以下のようにして構成される。まず、負極2の巻始め側の端部の芯材を露出させ、その芯材の露出部5を巻芯上型1aと巻芯下型1bとに挟み込む。こののち、負極2と正極3とを、負極2に正極3を巻き込ませながら、巻芯1に捲回する。

[0008] 図5の電極群には、負極と正極との間に、独立したセパレータが設けられておらず、正極および負極の少なくとも一方の電極の表面に、多孔膜が接着されている。このため、独立したセパレータを別に用意する必要がなく、電極群の構造を簡素化することができる。さらに、多孔膜が電極と一体化されているため、セパレータがずれることにより生じる正極と負極との短絡を防止することも可能となる。

[0009] また、図5に示される電極群において、セパレータを併用することも可能である。さらにセパレータを備える電極群60を、図6に示す。図6において、図5と同じ構成要素には、同じ番号を付している。

図6の電極群60においては、負極2は、その両面に、つまり各多孔膜4の上に、セパレータ6を備えている。セパレータ6は、負極2の巻始め側を越えて延びている。

[0010] このセパレータ6の延びた部分6aを、巻芯上型1aと巻芯下型1bとで挟み込む。こののち、負極2と正極3とを、負極2に正極3を巻き込ませながら、巻芯1に捲回することにより、電極群を構成している。

特許文献1:特開平9-35738号公報

特許文献2:特開平10-106530号公報(請求項15、図2)

## 発明の開示

### 発明が解決しようとする課題

[0011] しかしながら、図5または図6に示される電極群において、多孔膜は、微多孔性薄膜シートのような独立したセパレータとは異なり、電極との接着面と平行な方向の強度を保持しうる構造を有しない。このため、正極および負極を捲回して電極群を構成する際、その最内周付近で捲回された電極にかかる歪みにより、あるいは電極の先端部により生じる段差により、多孔膜が破壊されたり、脱落したりする場合がある。このような場合、正極と負極との短絡が生じる。

[0012] そこで、本発明は、多孔膜の破損を低減して、電池の安全性を向上させることができる電極群を備えるリチウムイオン二次電池およびその製造方法を提供することを目

的とする。

### 課題を解決するための手段

[0013] 本発明は、

- (1) 巻芯、
- (2) 正極芯材および前記正極芯材に担持された正極活物質層からなる正極、
- (3) 負極芯材および前記負極芯材に担持された負極活物質層からなる負極、ならびに

(4) 前記正極および前記負極の少なくとも一方の電極上に形成された多孔膜、からなる電極群を備えるリチウムイオン二次電池に関する。ここで、多孔膜は、フィラーと結着剤とからなり、正極および負極は、巻芯に捲回されている。また、正極および／または負極の巻始め側に、芯材の両面に活物質層が担持されていない領域およびそれに続く芯材の片側のみに活物質層が担持されている領域が設けられている。

[0014] 上記リチウムイオン二次電池において、正極と負極との間に、セパレータが配置されていることが好ましい。

[0015] 上記リチウムイオン二次電池において、正極または負極の、芯材の両面に活物質層が担持されていない領域に、リードが設けられていることが好ましい。

[0016] 上記リチウムイオン二次電池の電極群の巻始め側において、正極または負極の活物質層の先端部が接する巻芯の位置に、正極または負極の厚さの少なくとも一部に相当する段差が設けられていることが好ましい。

[0017] また、本発明は、

- (a) 正極芯材の両面に正極活物質層を形成して、正極を得る工程、
- (b) 負極芯材の両面に負極活物質層を形成して、負極を得る工程、
- (c) 前記正極および／または前記負極の表面に、フィラーおよび結着剤からなる多孔膜を形成する工程、ならびに

(d) 前記正極および前記負極を、巻芯に捲回して、電極群を得る工程を包含するリチウムイオン二次電池の製造方法に関する。ここで、工程(a)および／または工程(b)が、正極および／または負極の巻始め側において、芯材の両面に活物質層が担持されていない領域およびそれに続く芯材の片側のみに活物質層が担

持されている領域を設ける工程を含む。

[0018] 上記リチウムイオン二次電池の製造方法の工程(d)において、正極および負極が、セパレータを介して、巻芯に捲回されることが好ましい。

[0019] 上記リチウムイオン二次電池の製造方法が、正極または負極の、芯材の両面に活物質層が担持されていない領域に、リードを溶接する工程をさらに包含することが好ましい。

[0020] 上記リチウムイオン二次電池の製造方法が、巻始め側において、正極または負極の活物質層の先端部が接する巻芯の位置に、正極または負極の厚さの少なくとも一部に相当する段差を設ける工程をさらに包含することが好ましい。

#### 発明の効果

[0021] 本発明により、電極群の最内周付近の電極にかかる歪みや、電極の先端部により生じる段差による歪みなどが緩和されるため、多孔膜の破損を抑制することが可能となる。これにより、電池の安全性を向上させることが可能となる。

#### 図面の簡単な説明

[0022] [図1]図1は、本発明の一実施形態にかかるリチウムイオン二次電池の電極群10の一部を模式的に示す横断面図である。

[図2]図2は、本発明の別の実施形態にかかるリチウムイオン二次電池の電極群20の一部を模式的に示す横断面図である。

[図3]図3は、本発明の別の実施形態にかかるリチウムイオン二次電池の電極群30の一部を模式的に示す横断面図である。

[図4]図4は、本発明の別の実施形態にかかるリチウムイオン二次電池の電極群40の一部を模式的に示す横断面図である。

[図5]図5は、従来のリチウムイオン二次電池の電極群50の一部を模式的に示す横断面図である。

[図6]図6は、別の従来のリチウムイオン二次電池の電極群60の一部を模式的に示す横断面図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

[0023] 以下、本発明を、図面を参照しながら説明する。

## 実施の形態1

図1に、本発明の一実施形態に係るリチウムイオン二次電池が備える電極群10の一部を示す。

図1の電極群10は、巻芯1、帯状の負極2、帯状の正極3、および多孔膜4からなる。この電極群において、負極2と正極3とは、巻始めるときのその先端部の位置がずらされている。

[0024] 本実施形態において、巻芯1は、円柱状の形態を有している。また、巻芯1は、円柱の長手方向軸に沿って、巻芯上型1aと巻芯下型1bとに分けられており、巻芯上型1aおよび巻芯下型1bは、それぞれ、半円形の横断面を有する。

また、巻芯上型1aおよび巻芯下型1bは、負極2および正極3を捲回することにより、互いに固定される。

なお、巻芯としては、他の形態のものを用いることもできる。

[0025] 負極2は、負極芯材2aおよび負極芯材2aの両面に形成された負極活物質層2bからなる。正極3は、正極芯材3aおよび正極芯材3aの両面に形成された正極活物質層3bからなる。

[0026] 負極2の負極活物質層2bの表面には、その全体にわたって、フィラーと結着剤からなる多孔膜4が形成されている。多孔膜4は、負極2と正極3とを絶縁する役割を果たしている。

[0027] なお、多孔膜4は、負極活物質層2bに接着されており、負極2と一体化されている。多孔膜4は、正極3と接着して一体化することもできるが、通常は正極3より負極2の方がサイズが大きいため、負極2上に形成して、負極2と一体化させることが好ましい。また、多孔膜4は、正極と負極の両方に形成してもよい。このことは、以下の実施の形態2〜4でも同様である。

[0028] さらに、負極2は、その巻始め側に、芯材の片面のみに活物質層が担持されている領域2cを備える。同様に、正極3も、その巻始め側に、芯材の片面のみに活物質層が担持されている領域3cを備える。芯材の片面のみに活物質層が担持されている領域2cおよび3cにおいては、芯材の巻芯側(内周側)に活物質層が形成されている。一方、領域2cおよび3cにおいて、芯材の外周側には、活物質層は形成されず、芯

材が露出している。

また、領域2cおよび3cにおいて、活物質層は芯材の外周側に形成してもよい。

さらに、負極2においては、芯材の片面のみに活物質層が担持されている領域2cよりも巻始め側に、芯材の両面に活物質層が担持されていない領域2dが設けられている。

[0029] このように、電極の巻始め側に、芯材の片側のみに活物質層が担持されている領域2cおよび3cを設けることにより、電極群の最内周側にある電極に歪みがかかることを低減することが可能となる。

[0030] また、領域2cおよび3cが設けられているために、負極2および／または正極3は、その厚さが段階的に大きくなることになる。つまり、例えば、負極2の場合、先端部7により生じる段差は、領域2cを設けていない電極と比較して、約半分になる。このため、負極2の先端部付近の活物質層や多孔膜が、破損したり脱落することを、さらに効果的に回避することが可能となる。

[0031] また、負極2の先端部7に重なる外周側の電極部分や、そのさらに外周側の電極部分におけるクラックの発生と、続いて起こる活物質層や多孔膜4の破損や脱落とをさらに回避することも可能となる。

なお、これらのことは、正極においても、同様である。

[0032] 捲回時においては、芯材の巻芯側に担持された活物質層が、電極群の最内周付近にある電極の先端部による段差の影響を大きく受ける。このため、電極の巻芯側の活物質層やその上に形成された多孔膜を破損等しないように、領域2cおよび3cにおいて、活物質層は、芯材の巻芯側に形成されることが好ましい。

[0033] また、芯材の片面のみに活物質層が担持されている部分2cまたは3cにおいて、芯材の外周側の面に、その端部から徐々に厚さを増加させた活物質層を設けてもよい。

また、上記芯材の片面のみに活物質層が担持されている領域は、正極および負極の両方に設けてもよいし、正極または負極のいずれか一方にのみ設けてもよい。

[0034] また、芯材の片面のみに活物質層が担持されている領域の長さは、1〜5mmであることが好ましい。その領域の長さが、1mmより小さいと、電極の厚さが段階的にはな

らず、実質的に1段になり、その段差が大きくなる。また、その領域の長さが必要以上に長いと、容量が低下する。

[0035] なお、上記電極群において、負極の位置と正極の位置とは、入れ替わっていてもよい。これは、以下の実施の形態2〜4でも、同様である。

[0036] さらに、図1の電極群においては、負極2の、芯材の両面に活物質層が担持されていない領域2dに、負極リード8が溶接されている。負極リード8の溶接位置は、特に限定されない。例えば、活物質層が芯材の片面のみに担持されている部分2cにおいて、活物質層が負極芯材の巻芯側に担持されている場合、図1に示されるように、負極2の芯材の両面に活物質層を担持していない領域2dと巻芯1との間には、間隙9が生じる。このため、負極リード8が間隙9に配置されるように、負極リード8を、負極芯材の巻芯側に溶接することが好ましい。このように、負極リード8を、間隙9に配置することにより、負極芯材の外周側に負極リード8を設けた場合とは異なり、電極群の外周側の電極に対するさらなる段差をなくすることが可能となる。これにより、活物質層や多孔膜の破損をさらに低減することが可能となる。

なお、負極リード8は、従来のように、電極群の最外周部に配置してもよい。

[0037] また、負極活物質層が芯材の片面のみに担持されている部分2cにおいて、活物質層が負極芯材の外周側に担持されている場合には、負極2の芯材の両面に活物質層を担持していない領域2dとその外周側の電極との間に、間隙が生じる。このため、その間隙に負極リードが配置されるように、負極芯材の外周側に負極リードを溶接してもよい。これにより、上記と同様に、活物質層や多孔膜の破損をさらに低減することが可能となる。

[0038] 上記正極としては、当該分野で従来から公知のものを用いることができる。例えば、正極は、正極合剤からなる活物質層と、この活物質層を担持する正極芯材からなる。正極活物質としては、コバルト酸リチウムやニッケル酸リチウムなどの複合酸化物等が挙げられる。また、正極芯材としては、アルミニウムからなるもの等が挙げられる。

[0039] なお、正極芯材の厚さは、 $8\mu\text{m}$ 〜 $50\mu\text{m}$ であることが好ましく、圧延後の正極活物質層の厚さは、片面あたり、 $20\mu\text{m}$ 〜 $100\mu\text{m}$ であることが好ましい。

[0040] 上記負極としては、当該分野で従来から公知のものを用いることができる。例えば、

負極は、負極活物質を含む活物質層と、この活物質層を担持する負極芯材からなる。負極活物質としては、人造黒鉛や天然黒鉛などの炭素質材料等が挙げられる。また、負極芯材としては、銅からなるもの等が挙げられる。

- [0041] なお、負極芯材の厚さは、 $5\mu\text{m}$ ～ $50\mu\text{m}$ であることが好ましく、圧延後の負極活物質層の厚さは、片面あたり、 $20\mu\text{m}$ ～ $150\mu\text{m}$ であることが好ましい。
- [0042] 多孔膜4は、結着剤とフィラーからなる。多孔膜4は、電極が電極群の最内周に位置する場合でも、歪みに対応できるように柔軟性を有する必要がある。また、電池の製造過程で加えられる熱に対して安定であるように、耐熱性をも有する必要がある。このような多孔膜4は、非結晶性で耐熱性が高く、そしてゴム弾性を有する樹脂を結着剤として含むことが好ましい。特にアクリロニトリル単位を含むゴム性状高分子を結着剤として含むことが好ましい。
- [0043] フィラーは、上記のように、耐熱性であるとともに、リチウムイオン電池内で電気化学的に安定であることが好ましい。さらには、フィラーは、多孔膜を形成するときの塗料化に適した材料であることが好ましい。このようなフィラーとしては、無機酸化物が最も好ましい。このような無機酸化物としては、アルミナ、チタニア、シリカ、ジルコニア等が挙げられる。これらは、単独で用いてもよいし、2種以上を組み合わせ用いてもよい。また、フィラーとしては、各種樹脂微粒子を用いることもできる。
- [0044] 上記多孔膜の厚さは、電極群がセパレータを有さない場合、 $20\mu\text{m}$ ～ $30\mu\text{m}$ の範囲にあることが好ましい。
- [0045] 次に、本発明のリチウムイオン二次電池に用いられる電極群の製造方法について説明する。
- [0046] 正極活物質、導電剤、および結着剤からなる正極合剤を、正極芯材の両面に担持させるとともに、特定の領域においては、芯材の片面にのみ担持させることにより、正極を作製する(工程(1))。ここで、芯材の片面のみに活物質層が担持されている領域に近い方の正極の一端から、芯材の片面のみに活物質層が担持されている領域の始まり位置までの領域には、芯材の両面に活物質層が担持されていない。
- [0047] 正極の作製方法の一例を示す。コバルト酸リチウム粉末100重量部あたり、導電剤であるアセチレンブラック粉末3重量部と、結着剤であるポリ弗化ビニリデン樹脂4重



量部を混合し、これらを脱水N-メチル-2-ピロリドン(NMP)に分散させて、正極合剤スラリーを作製する。両面に活物質層が担持されていない領域を正極芯材に残し、得られたスラリーをアルミニウム箔からなる正極芯材の両面に塗布し、特定の領域においては、芯材の片面にのみ塗布して、正極前駆体を得る。この正極前駆体を、乾燥し、圧延することにより、正極を得ることができる。

[0048] 負極は、負極活物質および結着剤からなる負極合剤を、負極芯材の両面に担持させ、特定の領域においては、芯材の片面にのみ担持させることにより作製する(工程(2))。負極においても、上記と同様に、芯材の片面のみに活物質層が担持されている領域に近い方の負極の一端から、芯材の片面のみに活物質層が担持されている領域の始まり位置までの領域には、芯材の両面に活物質層が担持されていない。

[0049] 負極の作製法の一例を示す。負極活物質である人造黒鉛粉末100重量部あたり、1重量部のスチレン-メタクリル酸-ブタジエン共重合体(日本ゼオン(株)製)および1重量部のカルボキシメチルセルロースを混合し、これらを脱イオン水に分散させて、負極合剤スラリーを調製する。両面に活物質層が担持されていない領域を負極芯材に残し、得られたスラリーを銅箔からなる負極芯材の両面に塗布し、特定の領域においては、芯材の片面にのみ塗布して、負極前駆体を得る。この負極前駆体を、乾燥し、圧延することにより、負極を得ることができる。

[0050] なお、上記芯材の両面に活物質層が担持されていない領域は、正極および負極の両方の電極に設けてもよいし、正極および負極を巻芯に捲回する順番により、正極または負極のいずれかの電極の一方に設けてもよい。

[0051] 次に、得られた正極および/または負極の両面に、多孔膜を形成する(工程(3))。具体的には、以下のようにして、多孔膜を形成することができる。

[0052] 90重量部の平均粒径0.4  $\mu$ mのアルミナ粉末と、10重量部の平均粒径0.05  $\mu$ mのアルミナ粉末とを混合して、混合アルミナ粉末を調製する。この混合アルミナ粉末100重量部あたり、1重量部のアクリルニトリル-アクリレート共重合体ゴム粒子(日本ゼオン(株)製のBM500B)、および1重量部のポリ弗化ビニリデン樹脂を混合し、混合物を得る。この混合物を脱水N-メチル-2-ピロリドンに分散させてスラリーを調製する。得られたスラリーを、負極活物質層上および/または正極活物質層上に、2

0  $\mu$  mの膜厚となるように、コンマロールコートで塗工する。その後、100℃で、15分間程度、熱風乾燥により乾燥する。この一連の作業を電極の両面において行うことにより、多孔膜を備える負極および／または正極を得ることができる。

[0053] このような正極および負極を、その芯材の片面のみに活物質層が形成された領域が巻始め側にくるように、巻芯に捲回して、電極群を得ることができる(工程(4))。

図1のような電極群の場合、例えば、負極2において、芯材の両面に活物質層が担持されていない領域、芯材の片面のみに活物質層が担持されている領域、および芯材の両面に活物質層が担持されている領域が順に並んでいる。

芯材の両面に活物質層が担持されていない領域2dの一部を、巻芯上型1aおよび巻芯下型1bで挟み込む。そして、正極3を負極2に巻き込ませながら、負極2と正極3とを、巻芯1に捲回する。これにより、芯材の片面のみに活物質層が担持されている領域2cが巻始め側に配置された電極群を得ることができる。

[0054] 次いで、このようにして作製した電極群を、電池缶に挿入し、電解液を注液し、電池缶の開口部を封口することにより、例えば、直径18mm、高さ65mmの円筒形電池(容量:2000mAh)を作製することができる。

[0055] 上記電解液としては、リチウムイオン二次電池に用いられる溶質と有機溶媒との組合せを選択することができる。例えば、環状炭酸エステルと鎖状炭酸エステルとの混合溶媒に、リチウム塩を溶解した電解液を使用することができる。このような電解液の一例として、エチレンカーボネート、エチルメチルカーボネート、およびジメチルカーボネートの体積比1:1:1の混合溶媒にビニレンカーボネートを4重量%添加し、さらに、六フッ化リン酸リチウム(LiPF<sub>6</sub>)を1モル/リットルの濃度で溶解したものが挙げられる。また、これ以外の電解液を用いることも可能である。

[0056] 実施の形態2

図2に、本発明の別の実施形態にかかるリチウムイオン二次電池が備える電極群20の一部を示す。図2の電極群20は、負極と正極との間にセパレータを有している点で図1の電極群と異なるが、それ以外は、図1の電極群と同じである。なお、図2において、図1と同じ構成要素には、同じ番号を付している。

[0057] 図2の電極群20において、負極2は、2つのセパレータ21により挟まれている。また

、負極2の巻始め側において、負極芯材2aは、部分2cまでしかない。

図2の電極群においては、セパレータ21は、負極2の巻始め側を越えて延びており、このセパレータ21の延びた部分21aを、巻芯上型1aと巻芯下型1bとで挟み込んでいる。こののち、負極2と正極3とを、負極2に正極3を巻き込ませながら、巻芯1に捲回することにより、電極群を構成している。

[0058] 本実施形態においては、多孔膜4とともに、独立したセパレータ6を併用しているため、上記実施の形態1に比べ、多孔膜4の厚さを薄くすることができる。多孔膜4の厚さが薄いと、柔軟性のある多孔膜4を得られ、多孔膜が割れにくくなる。このため、多孔膜4に歪みがかかったとしても、多孔膜4の破損を小さくすることが可能となる。なお、多孔膜が厚くなると、割れやすくなる。

[0059] また、上記のように、独立したセパレータを併用しているために、多孔膜の厚さが薄くても、正極と負極とを、十分に絶縁することが可能となる。

ここで、上記セパレータとしては、ポリエチレン、ポリプロピレンなどのシート状のポリオレフィンからなるものを用いることができる。また、前記シート状のポリオレフィンは、1軸延伸したもの、2軸延伸したもの等であってもよい。

[0060] 負極と正極との間にセパレータが設けられている場合、多孔膜の厚さは、1〜5  $\mu\text{m}$  の範囲にあることが好ましい。多孔膜の厚さが1mmより薄いと、安全性を十分に維持できなかったり、保液性が低下したりする場合がある。多孔膜の厚さが5mmより大きくなると、電気特性が低下したり、イオン透過性が低下したりする場合がある。

[0061] さらに、本実施形態においても、負極および正極の巻始め側に、芯材の片面のみに活物質層を備える部分2cおよび3cが設けられているために、電極の先端部により生じる段差が、従来の芯材の両面に活物質層を備える電極の厚さの約半分になる。このため、段差を起点として、その段差よりも電極群の外周側にある電極におけるクラック発生、および続いて起こる多孔膜4の破壊をさらに回避することが可能となる。

[0062] 実施の形態3

図3に、本発明の別の実施形態にかかるリチウムイオン二次電池が備える電極群30の一部を示す。図3において、図1と同様の構成要素には、同じ番号を付している。

図3の電極群30において、巻芯31は、巻芯上型31aおよび巻芯下型31bからなる

。巻芯上型31aには、負極2の、芯材の片面のみに活物質層が形成された部分2cの厚さの少なくとも一部に相当する高さを有する段差部31cが設けられている。

[0063] 段差部31cは、帯状の負極2を巻芯に捲回したときに、負極2の、芯材の片面のみ活物質層を備える部分2cの端部32(つまり、活物質層の開始位置)が巻芯に接する位置に、その端部32が接する巻芯の部分に沿って設けることができる。例えば、段差部31cは、負極2の端部32が巻芯の曲面上の母線と接する場合に、その母線に沿って設けられる。

また、段差部31cは、巻芯の部分2cの端部が接する位置から、所定の位置まで、巻芯を窪ませることにより、作製することができる。

[0064] また、図3の電極群においては、負極活物質層の厚さと多孔膜の厚さとの合計と、段差部31cの高さとが等しくなっている。このように、巻芯31に、段差部31cを設けることにより、負極2の端部32により生じる段差が解消される。さらには、芯材の片面のみに活物質層を備える部分2cおよび3cが電極群の最内周側に設けられているため、その緩和効果を、電極群の最内周付近の歪みに集中させることが可能となる。

[0065] また、図3に示されるような電極群を作製する場合、負極の、芯材の片面のみに活物質層を備える部分の端部32が、段差部31cに来るように、芯材の両面に活物質層が形成されていない部分2dの長さを予め決めておく。

[0066] 実施の形態4

図4に、本発明のさらに別の実施形態にかかるリチウムイオン二次電池が備える電極群40の一部を示す。図4の電極群40は、負極と正極との間にセパレータを有している点で図3の電極群と異なるが、それ以外は、図3の電極群と同じである。なお、図4において、図3と同様の構成要素には、同じ番号を付している。

[0067] 図4の電極群40においても、上記実施の形態2と同様に、負極2が2つのセパレータ41により挟まれている。また、負極2の巻始め側において、その芯材は、部分2cまでしかない。また、セパレータ41は、負極2の巻始め側を越えて延びており、このセパレータ41の延びた部分41aを、巻芯上型1aと巻芯下型1bとで挟み込んでいる。

[0068] 本実施形態においても、独立したセパレータ41を、負極と正極との間に配置しているため、多孔膜4の厚さを薄くすることができる。

- [0069] また、図4の電極群においては、負極2の部分2c(芯材と活物質層と多孔膜とからなる)の厚さとセパレータの厚さとの合計が、段差部31cの高さとセパレータの厚さとの合計と同じになっている。
- [0070] 電極に、芯材の片面のみに活物質層を備える部分を設けることにより、電極の先端部により生じる段差が解消される。また、芯材の片面のみに活物質層を備える部分2cおよび3cが電極群の最内周側に設けられているため、その緩和効果を、電極群の最内周付近の歪みに集中させることが可能となる。さらには、負極と正極との間にセパレータを配置することにより、上記実施の形態2と同様に、多孔膜の厚さを薄くすることができる。このため、電極群の最内周付近での多孔膜の破損を低減することが可能となる。
- [0071] また、上記実施の形態3と同様に、段差部31cの高さは、例えば、負極2の部分2cの厚さの少なくとも一部に相当することが好ましい。
- [0072] また、図4に示されるような電極群を作製する場合、上記実施の形態3と同様に、負極の部分2cの端部が、段差部31cにくるように、セパレータの、負極2の巻始め端を越えて延びた部分の長さを予め決めておく。

#### 産業上の利用可能性

- [0073] 本発明のリチウムイオン二次電池は、優れた安全性を必要とするポータブル機器用電源等として有用である。

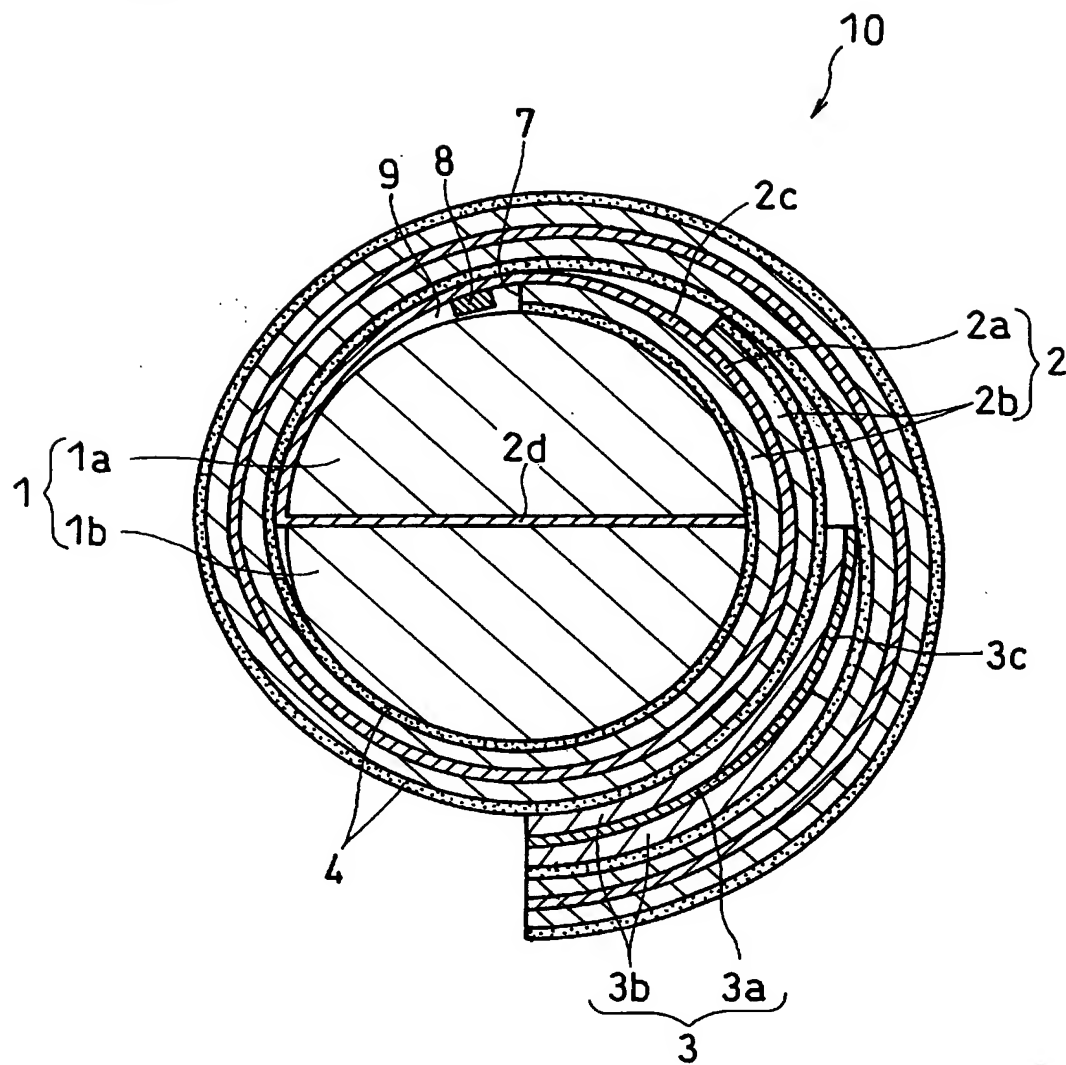
## 請求の範囲

- [1] (1) 巻芯、  
(2) 正極芯材および前記正極芯材に担持された正極活物質層からなる正極、  
(3) 負極芯材および前記負極芯材に担持された負極活物質層からなる負極、なら  
びに  
(4) 前記正極および前記負極の少なくとも一方の電極上に形成された多孔膜、から  
なる電極群を備えるリチウムイオン二次電池において、  
前記多孔膜は、フィラーと結着剤とからなり、  
前記正極および前記負極は、前記巻芯に捲回されており、  
前記正極および／または前記負極の巻始め側に、前記芯材の両面に前記活物質  
層が担持されていない領域およびそれに続く前記芯材の片側のみに前記活物質層  
が担持されている領域が設けられているリチウムイオン二次電池。
- [2] 前記正極と前記負極との間に、セパレータが配置されている請求項1記載のリチウ  
ムイオン二次電池。
- [3] 前記正極または前記負極の、前記芯材の両面に活物質層が担持されていない領  
域に、リードが設けられている請求項1記載のリチウムイオン二次電池。
- [4] 巻始め側において、前記正極または前記負極の活物質層の開始位置が接する前  
記巻芯の位置に、前記正極または前記負極の厚さの少なくとも一部に相当する段差  
が設けられている請求項1記載のリチウムイオン二次電池。
- [5] (a) 正極芯材の両面に正極活物質層を形成して、正極を得る工程、  
(b) 負極芯材の両面に負極活物質層を形成して、負極を得る工程、  
(c) 前記正極および／または前記負極の表面に、フィラーおよび結着剤からなる多  
孔膜を形成する工程、ならびに  
(d) 前記正極および前記負極を、巻芯に捲回して、電極群を得る工程  
を包含し、  
前記工程(a)および／または工程(b)が、前記正極および／または前記負極の巻  
始め側において、前記芯材の両面に前記活物質層が担持されていない領域および  
それに続く前記芯材の片側のみに前記活物質層が担持されている領域を設ける工

程を含むリチウムイオン二次電池の製造方法。

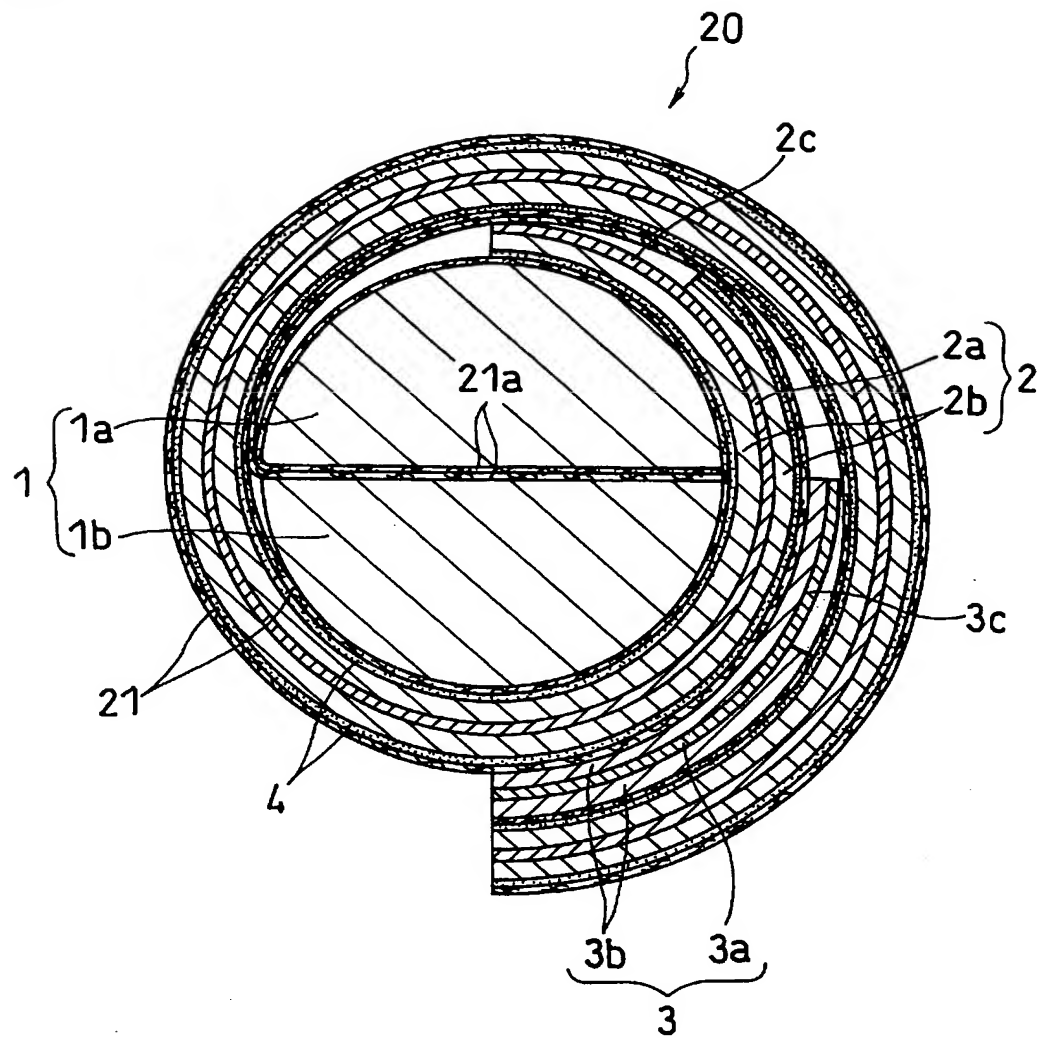
- [6] 前記工程(d)において、前記正極および前記負極が、セパレータを介して、前記巻芯に捲回される請求項5記載のリチウムイオン二次電池の製造方法。
- [7] 前記正極または前記負極の、前記芯材の両面に活物質層が担持されていない領域に、リードを溶接する工程をさらに包含する請求項5記載のリチウムイオン二次電池の製造方法。
- [8] 巻始め側において、前記正極または前記負極の活物質層の開始位置が接する前記巻芯の位置に、前記正極または前記負極の厚さの少なくとも一部に相当する段差を設ける工程をさらに包含する請求項5記載のリチウムイオン二次電池の製造方法。

[図1]

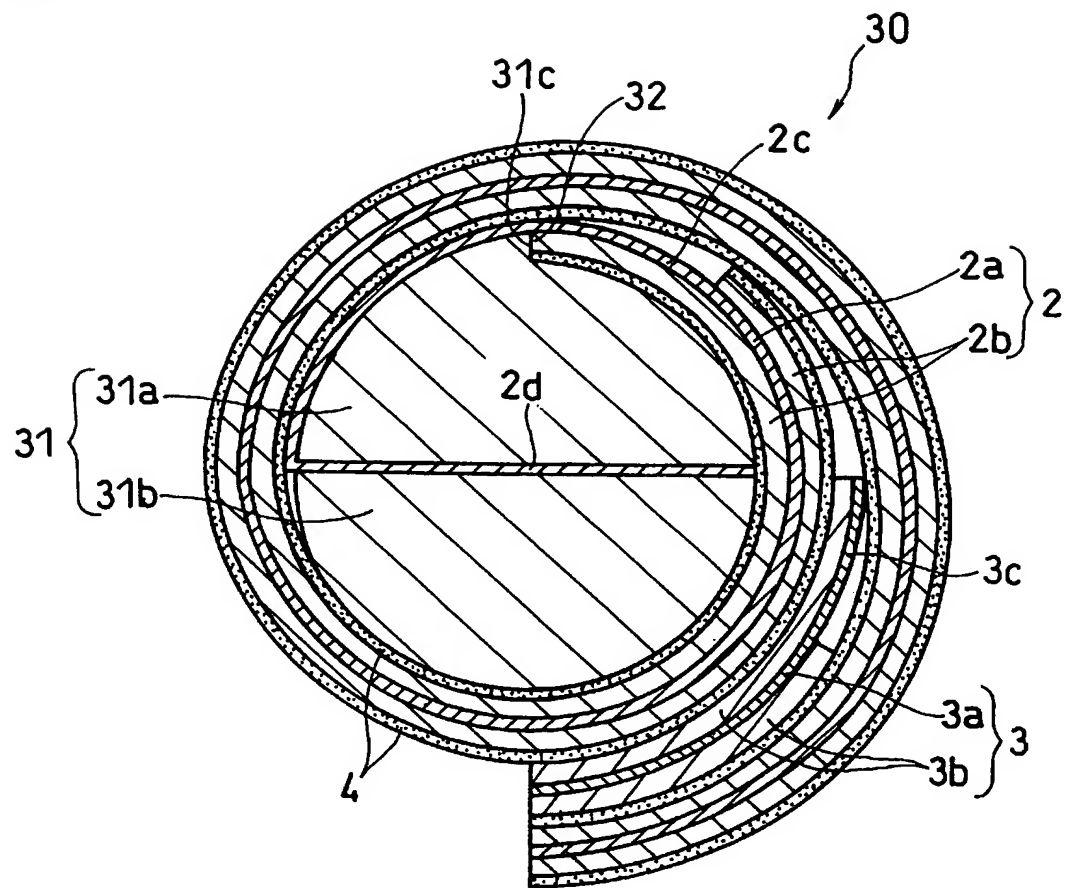




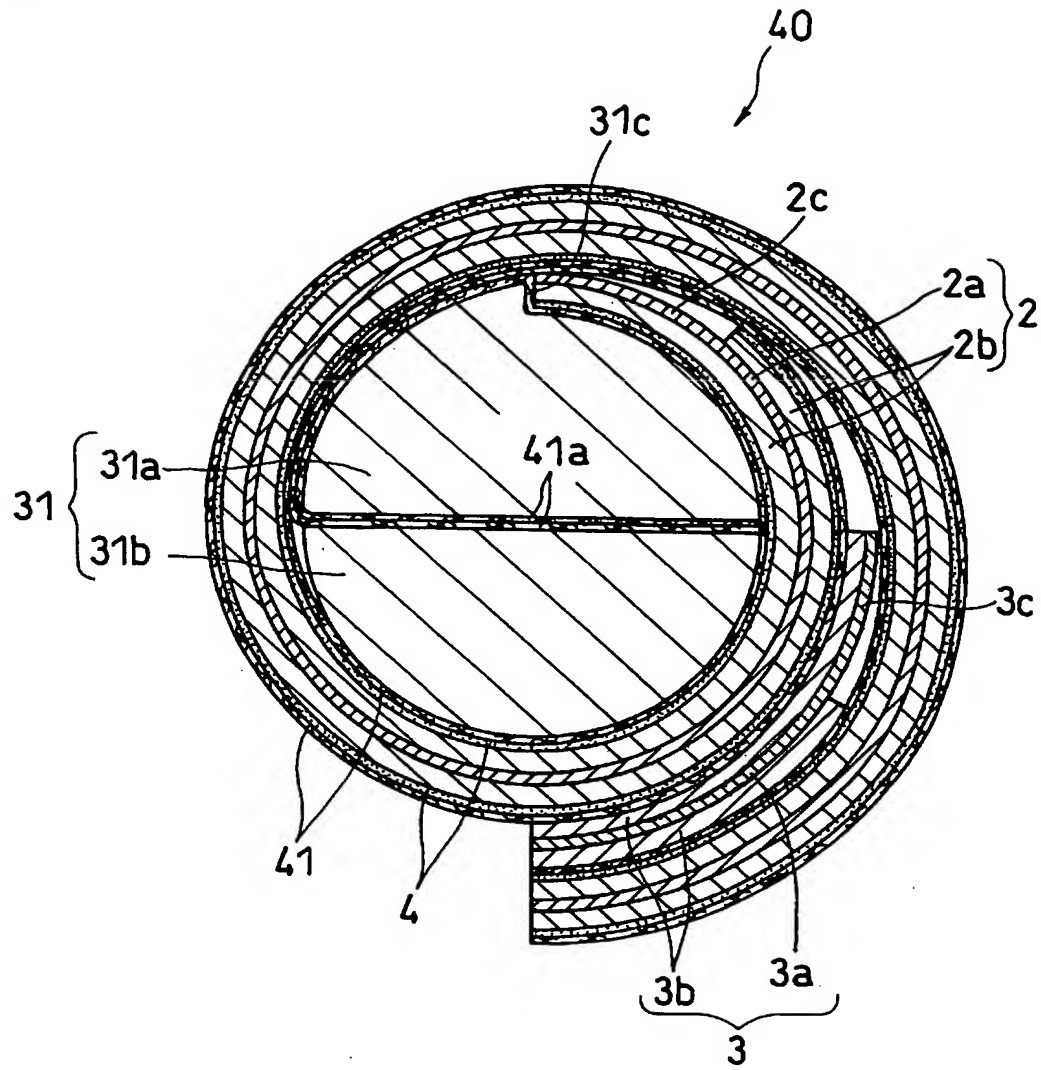
[図2]



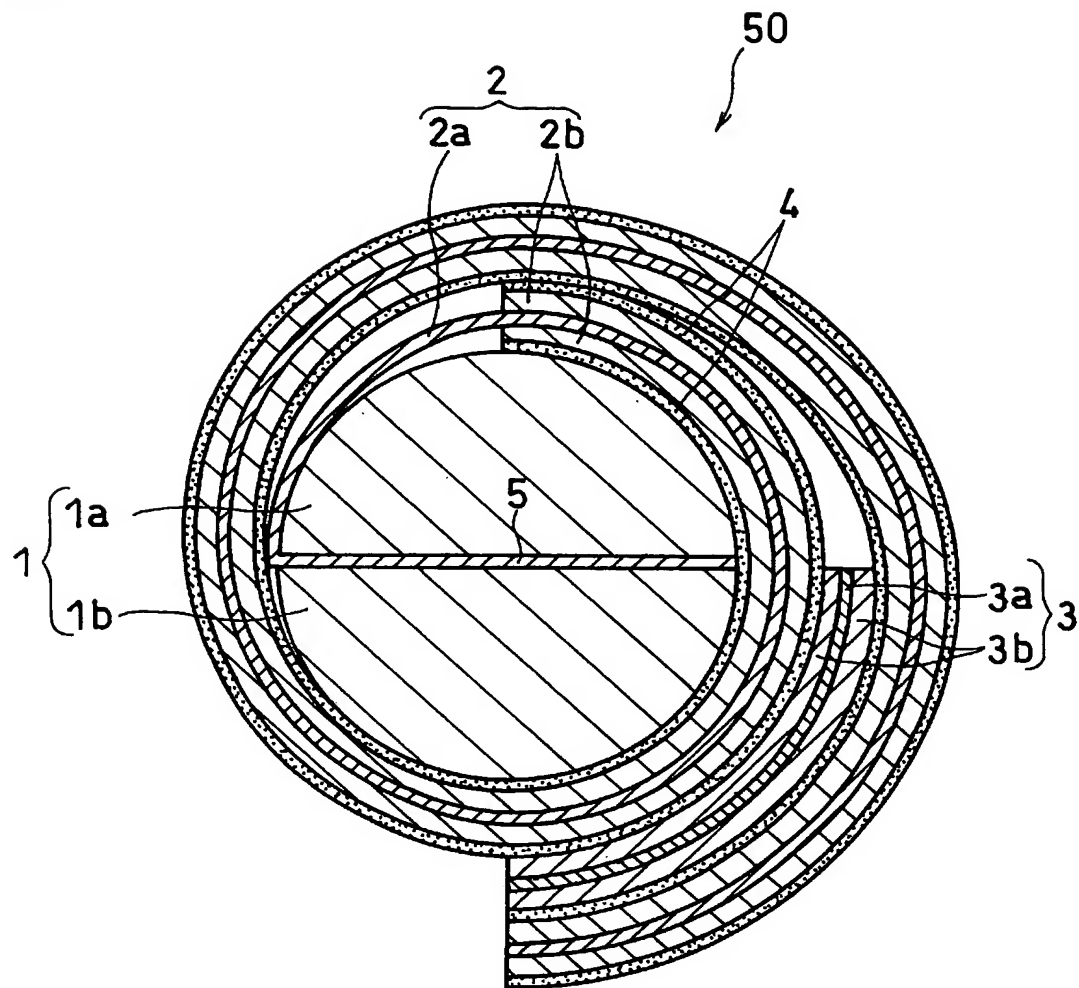
[図3]



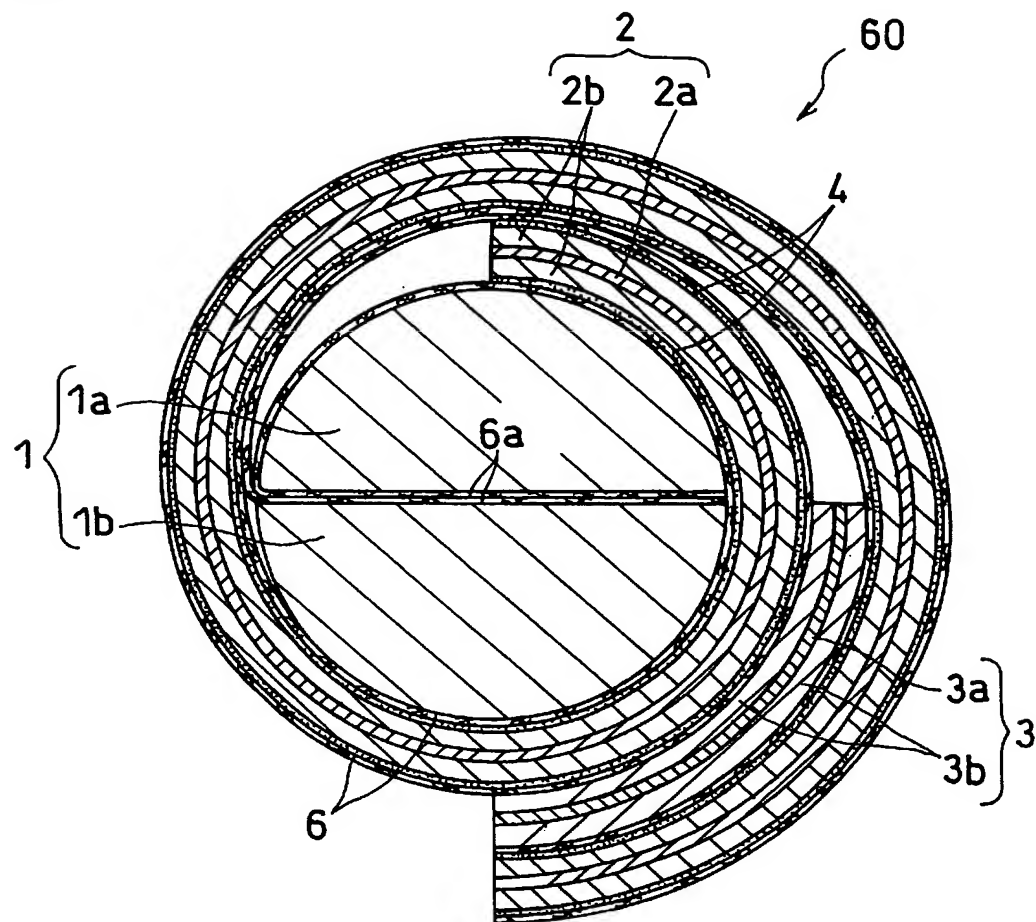
[図4]



[図5]



[図6]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/018264

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> Int.Cl <sup>7</sup> H01M10/40, H01M4/02										
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC										
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl <sup>7</sup> H01M10/40, H01M4/02										
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched <table border="0"> <tr> <td>Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1922-1996</td> <td>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</td> <td>1996-2005</td> </tr> <tr> <td>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1971-2005</td> <td>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1994-2005</td> </tr> </table>			Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005	Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005
Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005							
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005							
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)										
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>										
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.								
A	JP 9-147916 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 06 June, 1997 (06.06.97), Full text (Family: none)	1-8								
A	JP 2003-208918 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 25 July, 2003 (25.07.03), Full text (Family: none)	1-8								
A	JP 9-161847 A (Toray Industries, Inc.), 20 June, 1997 (20.06.97), Full text (Family: none)	1-8								
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.										
<table border="0"> <tr> <td>           * Special categories of cited documents:            "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance            "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date            "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)            "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means            "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed         </td> <td>           "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention            "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone            "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art            "&amp;" document member of the same patent family         </td> </tr> </table>			* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family						
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family									
Date of the actual completion of the international search 22 February, 2005 (22.02.05)		Date of mailing of the international search report 08 March, 2005 (08.03.05)								
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer								
Facsimile No.		Telephone No.								

International application No.

PCT/JP2004/018264

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 11-283676 A (Fuji Film Serutekku Kabushiki Kaisha), 15 October, 1999 (15.10.99), Full text (Family: none)	1-8
A	JP 3200340 B2 (Asahi Kasei Corp.), 15 June, 2001 (15.06.01), Full text & WO96/10273 A1                      & EP 780920 A1 & US 5989743 A1	1-8
A	JP 3237015 B2 (Sony Corp.), 05 October, 2001 (05.10.01), Full text (Family: none)	1-8
A	JP 9-35738 A (Toshiba Battery Co., Ltd.), 07 February, 1997 (07.02.97), Full text & KR 246941 B                      & KR 246942 B	4, 8

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. <sup>7</sup> H01M10/40 H01M 4/02

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. <sup>7</sup> H01M10/40 H01M 4/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2005年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2005年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 9-147916 A (富士写真フイルム株式会社) 1997.06.06, 全文 (ファミリーなし)	1-8
A	J P 2003-208918 A (松下電器産業株式会社) 2003.07.25, 全文 (ファミリーなし)	1-8

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に関する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

22.02.2005

国際調査報告の発送日

08.3.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

青木千歌子

4 X

9351

電話番号 03-3581-1101 内線 3477



C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 9-161847 A (東レ株式会社) 1997. 06. 20, 全文 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 11-283676 A (富士フイルムセルテック株式会社) 1999. 10. 15, 全文 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 3200340 B2 (旭化成株式会社) 2001. 06. 15, 全文 &WO 96/10273 A1 &EP 780920 A1 &US 5989743 A1	1-8
A	JP 3237015 B2 (ソニー株式会社) 2001. 10. 05, 全文 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 9-35738 A (東芝電池株式会社) 1997. 02. 07, 全文 &KR 246941 B &KR 246942 B	4,8